

## BREVET D'INVENTION

P.V. n° 842.432

N° 1.278.153

Classification internationale :

F 24 f



Installation de conditionnement d'air.

M. HENRI MAITRE résidant en France (Marne).

Demandé le 28 octobre 1960, à 9<sup>h</sup> 52<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré par arrêté du 30 octobre 1961.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 49 de 1961.)

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)

L'invention concerne des installations destinées à assurer le conditionnement d'air, ou autre gaz humide, c'est-à-dire en amener la température sèche et le pourcentage d'humidité à des valeurs respectives prédéterminées.

On connaît déjà des installations qui permettent d'obtenir ce résultat, soit par l'action du froid seul, soit par passage de l'air sur une matière hygroscopique.

Dans les premières, on refroidit l'air à traiter en dessous de son point de rosée jusqu'à une température telle qu'une fraction déterminée de l'humidité se soit condensée. Les installations de ce genre présentent le risque de formation de givre et l'inconvénient d'une consommation d'énergie relativement importante, surtout si l'on doit encore réchauffer l'air dont la température, après déshumidification, est souvent trop basse pour convenir à l'utilisation considérée.

Dans les secondes, où l'on fait passer l'air sur une matière hygroscopique, cet air perd bien son humidité, mais il s'échauffe fortement. On le fait passer alors sur un réfrigérant pour l'amener à la température désirée. Les procédés généralement utilisés dessèchent presque complètement l'air. On n'en fait donc passer qu'une partie au sécheur et on le remélange, en proportion voulue, avec de l'air non séché.

La « régénération » de la matière hygroscopique qui s'est chargée d'humidité s'effectue par chauffage : habituellement au moyen d'air chaud.

L'installation est généralement faite en « duplex », elle comprend deux circuits parallèles contenant chacun une masse de la matière hygroscopique. L'une sèche l'air pendant que l'autre se régénère. Un dispositif périodique permet d'inverser les circuits quand la régénération est terminée.

Les installations de cette deuxième catégorie présentent donc l'inconvénient de nécessiter une source de chaleur à haute température (souvent plus de 100 °C) pour chauffer l'air qui régénère la matière hygroscopique, puis d'avoir un rendement thermique relativement faible et de fonctionner d'une façon discontinue nécessitant un agencement spécial plus ou moins compliqué pour la réalisation des inversions.

Le but de l'invention est de réaliser une installation de conditionnement de gaz (que, dans ce qui suit, on appellera uniformément « air », pour simplifier) qui ne présente pas les inconvénients précités des installations connues, et qui, de plus, soit notamment d'un fonctionnement plus souple, plus facile à conduire, et moins coûteuse à construire et à exploiter.

L'installation de conditionnement d'air suivant l'invention appartient à la catégorie qui travaille par passage de l'air sur une matière hygroscopique ; elle est remarquable en ce qu'elle comporte deux enceintes appelées, respectivement, dans ce qui suit, absorbeur et régénérateur, des moyens pour faire circuler continuellement en circuit fermé, de l'absorbeur au régénérateur et *vice-versa*, la matière hygroscopique, sous la forme d'une solution diluée d'un sel convenable, par exemple du chlorure de calcium, des moyens propres à faire passer l'air humide à traiter à travers l'absorbeur ou il entre en contact avec la solution, et des moyens pour faire passer de l'air relativement chaud dans le régénérateur où il entre également en contact avec la solution appauvrie par son passage dans l'absorbeur, en vue de lui faire reprendre sa concentration initiale, en chaque point de l'absorbeur, la concentration de la solution étant telle que sa tension de vapeur d'eau soit peu inférieure à celle de l'air humide qui la rencontre, tandis que dans le régénérateur, cette

tension est peu supérieure à celle de l'air rencontré.

Dans un mode de réalisation, l'absorbeur et le régénérateur sont constitués, chacun, par une capacité contenant une matière inerte qui présente une grande surface et qui est surmontée d'un dispositif d'arrosage propre à faire retomber la solution en pluie sur ladite matière inerte, les moyens propres à faire passer l'air dans la capacité étant conçus et agencés de façon telle que l'air traverse ladite capacité, par exemple de bas en haut.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, la conduite de sortie d'air de l'absorbeur est munie d'un refroidisseur de l'air et/ou la conduite d'entrée d'air du régénérateur est munie d'un dispositif de réchauffage d'air.

Dans une forme d'exécution particulière, la matière inerte à grande surface, disposée dans l'absorbeur et dans le régénérateur, est constituée par un échangeur de chaleur dans lequel on fait circuler un fluide pour refroidir l'ambiance de l'absorbeur et réchauffer l'ambiance du régénérateur.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, la conduite de sortie d'air et la conduite d'admission d'air du régénérateur passent dans un échangeur de chaleur air/air.

Dans une disposition constructive particulière, les deux conduites de sortie de la solution de l'absorbeur et du régénérateur passent dans un échangeur de chaleur liquide/liquide.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante et à l'examen des dessins annexés qui montrent, à titre d'exemples non limitatifs, quelques modes de réalisation de l'invention.

Sur ces dessins :

La figure 1 représente, schématiquement, un premier mode de réalisation d'une installation de conditionnement d'air suivant l'invention ;

La figure 2 représente une installation analogue, comportant quelques perfectionnements supplémentaires ;

La figure 3 est un graphique illustrant le fonctionnement des installations des figures 1 et 2 ;

La figure 4 représente, schématiquement, une variante de l'installation de la figure 1 ;

La figure 5 représente une installation analogue à celle de la figure 4, avec quelques perfectionnements supplémentaires, et.

La figure 6 est un schéma illustrant le fonctionnement des installations des figures 4 et 5.

L'installation de conditionnement d'air, représentée schématiquement sur la figure 1, comporte deux capacités 1 et 2 qu'on appellera respecti-

vement, dans ce qui suit, « absorbeur » et « régénérateur ».

L'absorbeur et le régénérateur sont de même conception. Ils contiennent, chacun, une matière de remplissage 3, 4 respectivement constituée par des corps inertes présentant une grande surface, tels que, par exemple, des anneaux de Rachig, des granules, des batteries de tuyaux à ailettes, etc. Ces matières de remplissage reposent, par exemple, sur des grilles 5, 6 fixées dans les capacités 1 et 2.

Au-dessus de la matière de remplissage, est disposé un système d'arrosage 7, 8, destiné à faire tomber en pluie, sur la matière inerte 3, 4, une solution hygroscopique telle qu'une solution diluée d'un sel convenable, par exemple du chlorure de calcium.

Au-dessus du dispositif d'arrosage est disposé un système de retenue des gouttes 11, 12.

L'air à conditionner est introduit, par un ventilateur, à la partie inférieure de l'absorbeur et il ressort, traité par la solution, par une conduite 17 à la partie supérieure dudit absorbeur.

D'une façon analogue, l'air de régénération est introduit à la partie inférieure du régénérateur 2, par une conduite 21, sous l'action d'un ventilateur 22, et il ressort du régénérateur à la partie supérieure de celui-ci, par une conduite 23.

La solution hygroscopique est refoulée dans le système d'arrosage 7 de l'absorbeur par une pompe 26 qui l'aspire à la partie inférieure du régénérateur 2. D'une façon analogue, la solution chargée d'humidité est refoulée dans le système d'arrosage 8 du régénérateur par une pompe 27 qui l'aspire à la partie inférieure de l'absorbeur.

Sur la conduite 17 de sortie d'air conditionné, est installé un refroidisseur 31, tandis que, sur la conduite 21 d'admission d'air dans le régénérateur, est installé un réchauffeur 32.

Dans ce qui suit, on appellera « solution active » celle qui est refoulée dans l'absorbeur et qui est capable d'absorber de l'humidité et « solution humide » celle qui est envoyée dans le régénérateur pour y perdre une partie de son humidité.

Pour mieux comprendre le fonctionnement de l'installation, on se référera au diagramme classique de Carrier (fig. 3) définissant les caractéristiques de l'air humide. Pour simplifier les explications, il est convenu qu'on désignera par « Air A », un air qui présente les caractéristiques définies par le point A dudit diagramme.

L'air A à conditionner est refoulé, par le ventilateur 15, dans la conduite 16 qui débouche à la partie inférieure de l'absorbeur 1. Il monte dans ledit absorbeur en traversant la matière

inerte 3 arrosée par la solution active refoulée par la pompe 26, de sorte qu'il perd une partie de son humidité, sans échange calorifique avec l'extérieur comme indiqué par la courbe A-B sur le diagramme. L'air qui atteint la partie supérieure de l'absorbeur n'a donc plus qu'un pourcentage d'humidité de  $h_2$  au lieu de  $h_1$ , mais, du fait qu'il a perdu de l'humidité, sa température s'est élevée de la valeur  $t_1$  à la valeur  $t_2$ . En général, cette température est trop élevée pour que l'air, ainsi déshumidifié, puisse être utilisé directement. C'est pourquoi, on a disposé le réfrigérant 31 sur la conduite 17 de sortie de l'absorbeur, en vue de ramener la température de l'air traité de la valeur  $t_2$  à la valeur  $t_3$  qui correspond aux caractéristiques du point C du diagramme.

Ce refroidissement de l'air a fait monter son pourcentage d'humidité de la valeur  $h_2$  à la valeur  $h_3$ .

L'air conditionné, qui sort finalement de l'installation, présente un pourcentage d'humidité de  $h_3$  et une température  $t_3$ .

Pour retirer de l'humidité à la solution dans le régénérateur, on refoule, dans celui-ci, au moyen du ventilateur 22, un air qui présente par exemple, les caractéristiques du point E du diagramme (pourcentage d'humidité  $h_4$  et de température  $t_4$ ). Cet air, en passant dans le réchauffeur 32, reçoit une certaine quantité de chaleur qui élève sa température de  $t_4$  à  $t_5$  et qui fait baisser son pourcentage d'humidité de  $h_4$  à  $h_5$ , le nouveau point figuratif étant M.

L'air, ainsi introduit à la partie inférieure du régénérateur, monte en traversant la matière inerte 4 dans laquelle, sans échange calorifique avec l'extérieur, il se charge de l'humidité qu'il retire à la solution tombant en pluie sur ladite matière, de sorte que son pourcentage d'humidité passe de  $h_5$  à  $h_6$ , point N, tandis que sa température s'abaisse de  $t_5$  à  $t_6$ . Cet air est évacué dans l'atmosphère.

La solution ainsi régénérée, c'est-à-dire débarrassée d'une partie de son humidité, est reprise par la pompe 26 et refoulée dans l'absorbeur où elle tombe de nouveau en pluie et le cycle recommence.

Il convient de remarquer que, dans certains cas, le réfrigérant 31 peut être alimenté simplement par de l'eau fraîche naturelle. Dans d'autres cas, il devra être alimenté par une installation frigorifique et, enfin, dans d'autres cas encore, par une combinaison de ces deux moyens.

La variante représentée sur la figure 2 comporte un certain nombre de perfectionnements par rapport à l'installation de la figure 1. La conduite 21 de refoulement d'air dans le régé-

nérateur et la conduite 23 de sortie de l'air, passent dans un échangeur de chaleur air/air 31. Un by-pass 32, muni d'une vanne de réglage 33, permet de doser la fraction d'air qu'on fait passer dans l'échangeur 31, par rapport à celle qui est introduite directement dans le régénérateur. Un registre 30 permet de régler le débit de l'air admis au régénérateur.

Les deux conduites 36 et 37 de sortie de la solution de l'absorbeur et du régénérateur, respectivement, passent dans un échangeur de chaleur 38, du type liquide/liquide. Enfin les pompes 26 et 27 de refoulement de la solution sont munies de by-pass, sur lesquels sont montées des vannes de réglage 41, 42 respectivement.

L'échangeur de chaleur 31 permet de récupérer une fraction importante de la chaleur qui serait autrement perdue si on laissait s'échapper, dans l'atmosphère, l'air relativement chaud qui sort du régénérateur. Les calories ainsi récupérées n'ont pas à être fournies par le réchauffeur 32. Sur le graphique de la figure 3, cela correspond à l'élévation de température  $t_4$  et  $t_8$  lorsque l'air passe de l'état E à l'état M', par réchauffage des calories perdues par l'air évacué qui passe du point N au point N'.

Le by-pass 33 permet de régler la température de l'air introduit dans le régénérateur.

L'échangeur de chaleur 38, par ailleurs, permet de réduire l'action du réfrigérant 31, ainsi que celle du réchauffeur 32. Enfin, les deux by-pass 41 et 42, sur le circuit de la solution, permettent de recycler rapidement la solution qui coule de l'absorbeur et du régénérateur, respectivement, pour accroître sensiblement le débit d'arrosage, sans être obligé d'attendre que toute la solution ait traversé l'autre desdites capacités.

Dans la variante représentée sur la figure 4, où l'on a désigné les mêmes appareils et les mêmes organes par les mêmes chiffres de référence, le réfrigérant 31a de l'absorbeur, au lieu d'être placé à la sortie de l'air conditionné, est disposé à l'intérieur de la capacité de l'absorbeur lui-même, de façon à être en contact direct avec la solution, ce qui permet d'ailleurs de faire cet échangeur sous la forme liquide/liquide, par exemple, en faisant circuler un liquide réfrigérant dans un tube à ailettes sur lequel la solution active tombe en pluie, ledit échangeur de chaleur jouant éventuellement le rôle de la matière inerte.

D'une façon analogue, le réchauffeur 32a, au lieu d'être placé sur le circuit d'entrée de l'air de régénération, est disposé à l'intérieur de la capacité du régénérateur lui-même. Cet échangeur de chaleur peut aussi être du type liquide/liquide parcouru par un liquide relativement

chaud, le tube à ailettes jouant, éventuellement, en même temps, le rôle de la matière inerte.

Le réfrigérant 31a peut être parcouru, par exemple, par de l'eau froide naturelle ou être constitué par l'évaporateur d'une installation frigorifique, ou encore être une combinaison de ces deux moyens.

Le réchauffeur 32a peut être parcouru par de l'eau chaude, par de la vapeur, ou encore être constitué par le condenseur d'une installation frigorifique.

Le diagramme correspondant au fonctionnement de cette variante est celui de la figure 6. Si l'on suppose que les points A, E et C sont les mêmes que dans le diagramme de la figure 3, on constate que les puissances frigorifiques en jeu sont les mêmes dans les deux cas, que les puissances calorifiques peuvent être plus faibles dans le second cas, mais que la température de la source chaude nécessaire doit être plus élevée dans le premier cas. Cela peut empêcher, dans ce premier cas, l'emploi de certaines chaleurs perdues disponibles, ou bien, si la batterie chaude est constituée par le condenseur d'une installation frigorifique, cela oblige à élever d'autant la température à ce condenseur en augmentant sensiblement la force motrice consommée.

Dans l'absorbeur, l'air à traiter passe directement des caractéristiques du point A à celles du point C, puisque la modification de sa température se fait en même temps que sa déshydratation partielle.

L'air de régénération, à l'intérieur de l'installation, passe des caractéristiques du point E à celles du point N directement aussi, puisqu'il s'échauffe en même temps qu'il se charge d'humidité.

L'installation représentée sur la figure 5 ne diffère de celle de la figure 4 que par les perfectionnements que présente l'installation de la figure 2 par rapport à celle de la figure 1. On a d'ailleurs désigné ces perfectionnements par les mêmes chiffres de référence que précédemment.

Dans ces conditions, par exemple, l'air qui sort du régénérateur cède une quantité de chaleur correspondant au chemin N'N sur le diagramme de la figure 6, et cette quantité de chaleur est transmise à l'air introduit dans le régénérateur, ce qui est donc représenté par le trajet EM'. Le cycle de l'air de réfrigération est donc représenté par le trajet EM'-NN'.

Dans les modes de réalisation des figures 1 et 2, on a prévu un échangeur de chaleur 31 à la sortie des gaz de l'absorbeur 1 et un échangeur de chaleur 32 à l'entrée des gaz dans le régénérateur 2. Dans les modes de réalisation des figures 4 et 5, on a prévu un échangeur de

chaleur 31a sur le trajet des gaz et du liquide dans l'enceinte de l'absorbeur 1 et un échangeur de chaleur 32a sur le trajet des gaz et du liquide dans l'enceinte du régénérateur 2. A titre de variante, on pourrait encore remplacer, ou compléter, ces échangeurs de chaleur par un échangeur de chaleur 43 (représenté seulement sur la figure 1, en traits mixtes) placé sur l'arrivée de la solution active dans l'absorbeur 1 et/ou un échangeur de chaleur 44 (fig. 1) sur l'entrée de la solution humide dans le régénérateur 2.

Si l'on désigne par W la quantité d'eau en grammes associée à un kilogramme d'air sec, en chaque point considéré du diagramme, par Ps le débit d'air exprimé en kilogrammes d'air sec à envoyer au régénérateur, et par Ph le débit en kilogrammes, de l'air humide à conditionner, on a la relation  $P_s (W_N - W_E) = P_h (W_A - W_C)$ .

L'humidité de l'air conditionné dépend de la quantité d'eau retirée de l'absorbeur, c'est-à-dire de la quantité entraînée par l'air de régénération soit  $P_s (W_N - W_E)$ .

En général, WE est une donnée qu'on ne peut pas modifier.

Pour régler l'humidité de l'air conditionné, on dispose donc de deux moyens :

Soit faire varier le débit d'air sec Ps, par le réglage du registre 30 ;

Soit en modifiant WN par une variation de la puissance calorifique fournie au régénérateur. Pour cela, on peut :

a. Modifier le réglage du réchauffeur 32 (fig. 1 et 2) ou bien 32a (fig. 4 et 5) ;

b. Dériver une partie de l'air directement, par le by-pass 32, dans le régénérateur, pour que cette partie ne passe pas dans l'échangeur de chaleur 31.

Cette dernière solution est, en général, la plus pratique, surtout dans le cas où le réchauffeur est constitué par le condenseur d'une installation frigorifique dont la puissance calorifique est en général invariable.

Les principaux avantages d'une installation de conditionnement d'air suivant l'invention sont les suivants :

Simplification de l'installation, étant donné que le processus est continu ;

Economie de frigories par rapport aux installations classiques de déshydratation par le froid seul ;

Suppression du risque de givre sur le réfrigérant 31, surtout dans le cas de la variante des figures 4 et 5, ce qui permet des températures très basses d'air conditionné ;

Élévation sensible de la température d'évaporation, dans le cas où le réfrigérant 31 est l'évaporateur d'une installation frigorifique, surtout dans le cas de la variante des figures 4 et 5

d'où une économie de force motrice et d'installation ;

Possibilité d'utiliser des chaleurs perdues, à bas niveau thermique, pour la régénération, surtout dans le cas de la variante des figures 4 et 5, par exemple par utilisation de la chaleur de condensation de l'installation frigorifique ;

Réglage de l'humidité de l'air conditionné très facile et indépendant de la production frigorifique.

Dans certains cas, on peut même se passer d'installation frigorifique, ou bien en utiliser une dont la température d'évaporation est exceptionnellement élevée et, par conséquent, d'exploitation peu onéreuse.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui ont été donnés à titre d'exemples, on peut y apporter de nombreuses modifications accessibles à l'homme de l'art, suivant les applications envisagées, sans sortir, pour cela, du cadre de l'invention.

C'est ainsi, par exemple, qu'on a représenté l'absorbeur et le régénérateur sensiblement au même niveau et qu'on a prévu deux pompes pour faire remonter la solution dans ces deux appareils, mais on pourrait en disposer un à un niveau plus haut que l'autre, de façon que la solution s'écoule par gravité de celui-ci dans celui-là, auquel cas, une seule pompe serait suffisante pour remonter la solution de l'appareil le plus bas dans l'appareil le plus haut.

#### RÉSUMÉ

L'invention a pour objet :

1° Une installation pour assurer le conditionnement d'air, ou autre gaz humide, c'est-à-dire en amener la température sèche et le pourcentage d'humidité à des valeurs respectives prédéterminées, par passage de l'air sur une matière hygroscopique, remarquable en ce qu'elle comporte deux enceintes appelées respectivement, dans ce qui suit, absorbeur et régénérateur, des moyens pour faire circuler continuellement en circuit fermé, de l'absorbeur au régénérateur et *vice versa*, la matière hygroscopique, sous la forme d'une solution diluée d'un sel convenable par exemple du chlorure de calcium, des moyens propres à faire passer l'air humide à traiter à travers l'absorbeur où il entre en contact avec la solution, et des moyens pour faire passer de l'air relativement chaud dans le régénérateur où il entre également en contact avec la solution appauvrie par son passage dans l'absorbeur, en vue de lui faire reprendre sa concentration initiale, cette concentration ayant une valeur telle que, dans l'absorbeur, les tensions de vapeur d'eau de la solution soient peu infé-

rieures à celles de l'air en cours de séchage et que, dans le régénérateur, les tensions de vapeur de la solution appauvrie soient peu supérieures à celle de l'air de régénération ;

2° Un mode de réalisation suivant 1°, dans lequel l'absorbeur et le régénérateur sont constitués chacun par une capacité contenant une matière inerte qui représente une grande surface et qui est surmontée d'un dispositif d'arrosage propre à faire retomber la solution en pluie sur ladite matière inerte, les moyens propres à faire passer l'air dans la capacité étant conçus et agencés de façon telle que l'air traverse ladite capacité, par exemple de bas en haut ;

3° Une installation suivant 2°, comportant, en outre, un séparateur de gouttes, disposé dans chaque capacité, au-dessus de dispositif d'arrosage ;

4° Un mode de réalisation suivant 2° et 3°, dans lequel l'absorbeur et le régénérateur sont situés au même niveau, et dans lequel les moyens de mise en circulation de la solution comportent deux pompes pour refouler ladite solution, respectivement, de la partie inférieure de l'une des deux capacités, à la partie supérieure de l'autre capacité ;

5° Un autre mode de réalisation suivant 2° et 3°, dans lequel l'absorbeur et le régénérateur sont disposés à des niveaux différents, les moyens de mise en circulation de la solution étant constitués, dans un sens de la circulation, par la gravité, et, dans le sens opposé, par une pompe ;

6° Une installation suivant 1° et 5°, dans laquelle la conduite de sortie d'air de l'absorbeur est munie d'un refroidisseur de l'air et/ou la conduite d'entrée d'air du régénérateur est munie d'un dispositif de réchauffage d'air ;

7° Un mode de réalisation suivant 1° à 5°, dans lequel la matière inerte à grande surface, disposée dans l'absorbeur et dans le régénérateur, est constituée par un échangeur de chaleur dans lequel on fait circuler un fluide, de préférence un liquide, pour refroidir l'ambiance de l'absorbeur et réchauffer l'ambiance du régénérateur ;

8° Une forme d'exécution suivant 1° à 7° dans laquelle les échangeurs de chaleur précités sont remplacés ou complétés par un échangeur de chaleur placé à l'entrée de la solution dans l'absorbeur et/ou un échangeur de chaleur placé à l'entrée de la solution dans le régénérateur ;

9° Une disposition constructive suivant 1° à 8°, dans laquelle la conduite de sortie d'air et la conduite d'admission d'air du générateur passent dans un échangeur de chaleur air/air ;

10° Une forme d'exécution suivant 9°, dans

laquelle, sur l'une au moins des deux conduites précitées, est disposé un by-pass, de préférence de section réglable, qui permet de faire passer directement une fraction de l'air en dehors dudit échangeur ;

11° Une installation suivant 1° à 10°, dans laquelle les deux conduites de sortie de la solution de l'absorbeur et du régénérateur passent dans un échangeur de chaleur liquide/liquide ;

12° Un mode de réalisation suivant 11°, dans lequel un by-pass, de section de préférence réglable, court-circuite partiellement l'entrée et la sortie de la solution, à l'une au moins des

deux capacités formant l'absorbeur et le régénérateur, respectivement, en vue de permettre un arrosage de plus grand débit ;

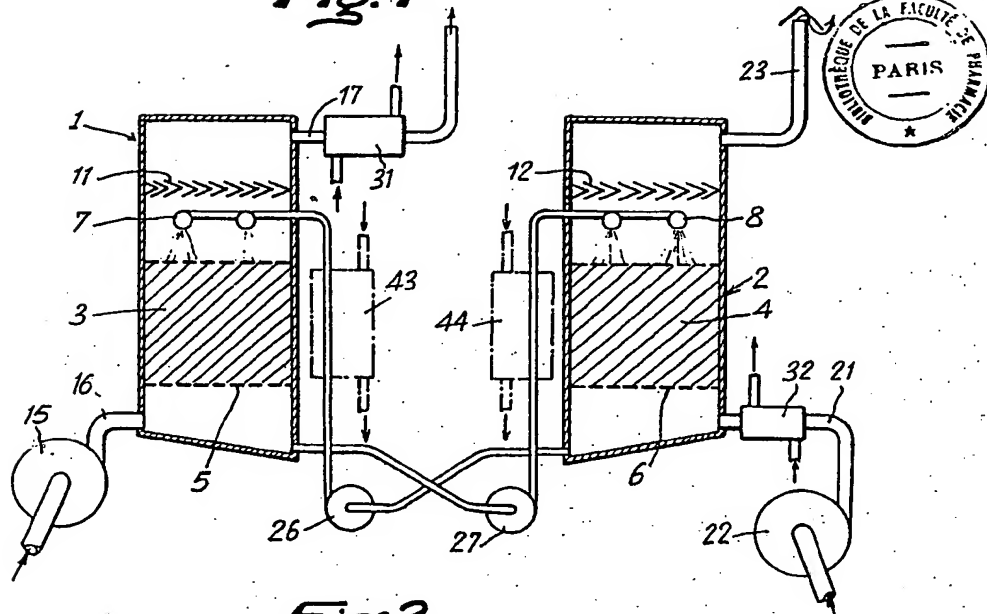
13° A titre de produit industriel nouveau, toute installation pour assurer le conditionnement d'air ou autre gaz humide, comportant, séparément ou en combinaison, une ou plusieurs des caractéristiques décrites, notamment dans les paragraphes 1° à 12° du présent résumé.

HENRI MAITRE

Par procuration :

H. CHEVALIER

**Fig: 1**



*Fig. 2*

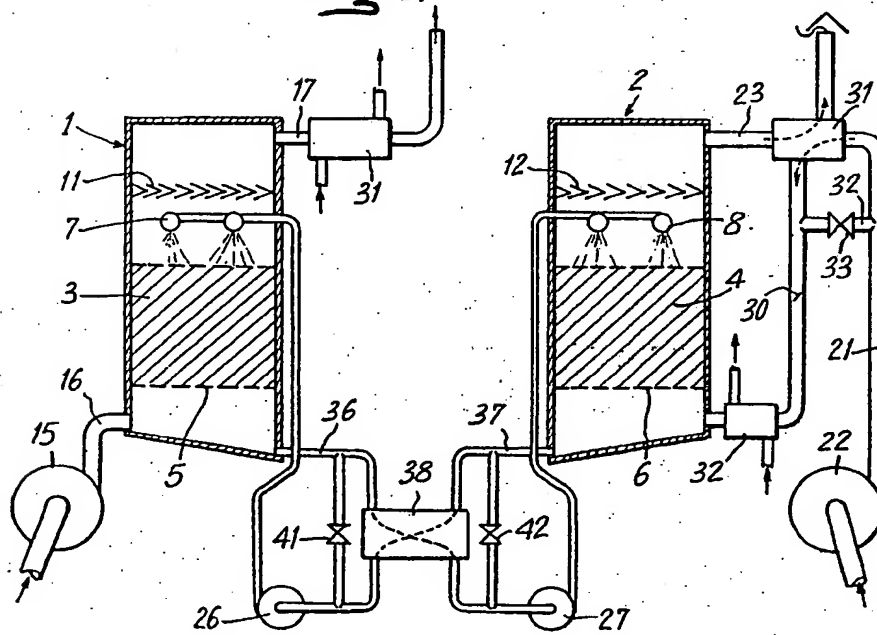


Fig. 3

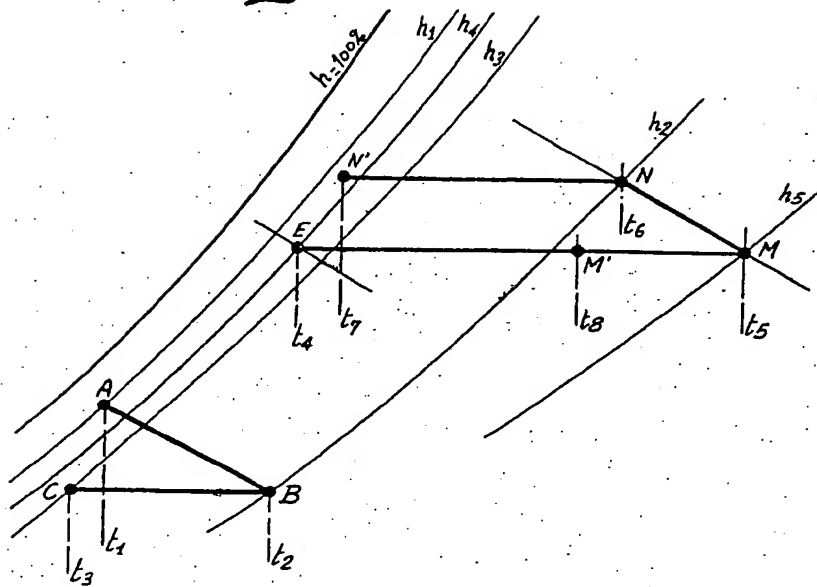


Fig. 6

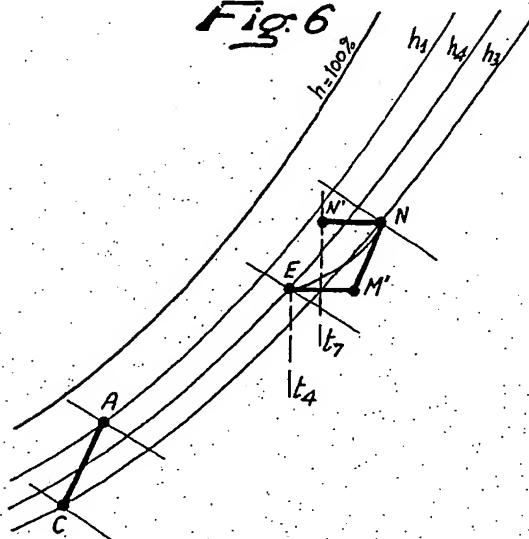




Fig. 4

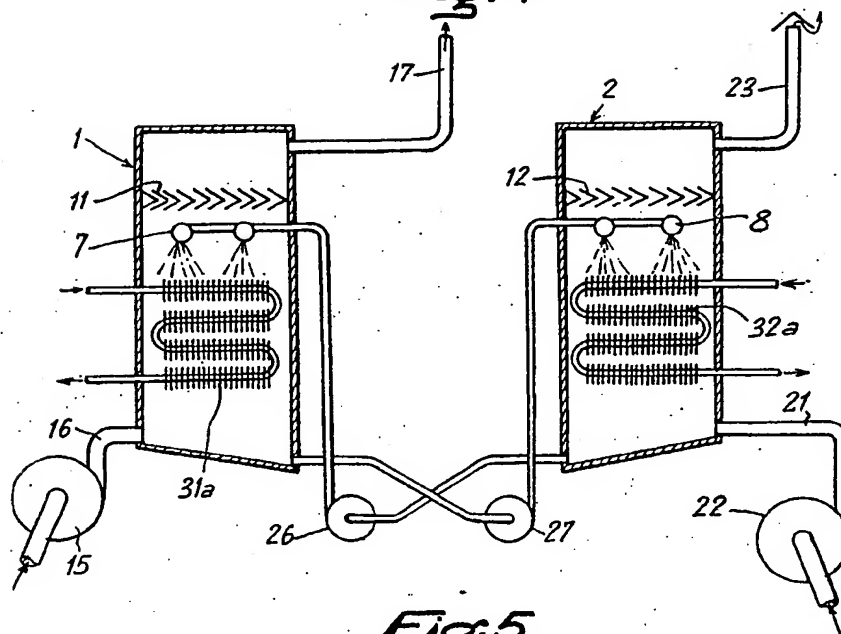
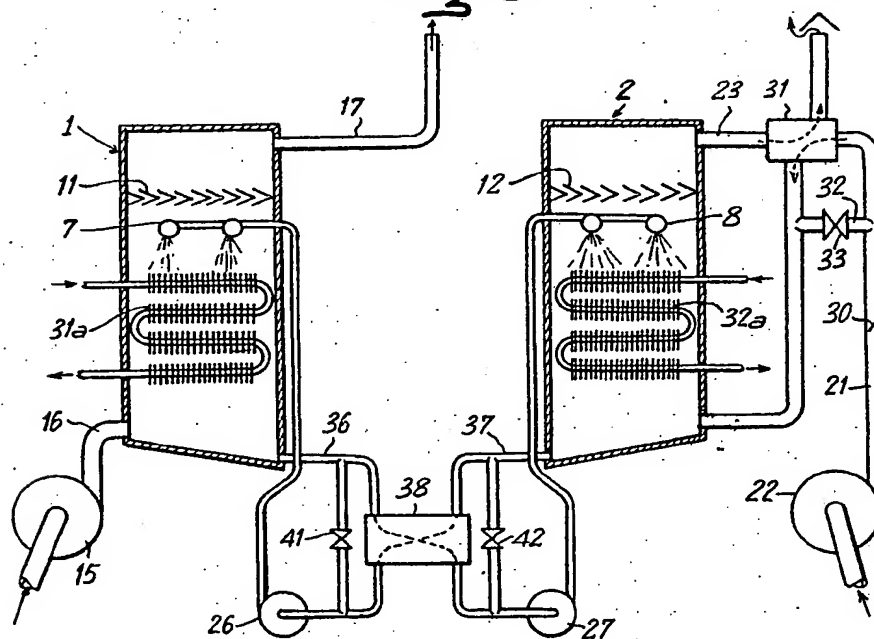


Fig. 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**